

**VŠB-Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra 410**



**Transformátory VN – průzkum trhu**

**VSB-Technical University of Ostrava**  
**Faculty of Electrical Engineering and Computer Science**  
**Department 410**



**Hight voltage transformers –market research**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Aleš Mončka**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika  
Téma: **Tránsformátory vn - průzkum trhu**  
**Hight voltage transformers - market research**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Popis funkce, fázorový diagram, náhradní schema transformátoru obecně
3. Rozbor trhu transformátorů 22/0.4kV.
4. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:


1. Jezierski E, Transformatory
2. Winders J.J., Jr, Power transformers - Principles and Applications
3. Firemní literatura
4. WWW stránky výrobců

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Helštýn**

Datum zadání: 19.11.2010

Datum odevzdání: 06.05.2011

  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
*vedoucí katedry*



  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

## **Prohlášení:**

Já, Aleš Mončka tímto prohlašuji že jsem moji bakalářskou práci na téma transformátory VN – průzkum trhu vypracoval zcela samostatně a uvedl jsem všechnu literaturu a zdroje ze kterých jsem čerpal inspiraci.

V Ostravě dne ..... ..

## **Poděkování:**

Touto cestou bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Davidu Helštýnovi za strávený čas nad mojí bakalářskou prací a za poskytnuté podklady a informace k tématu.

## **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce pojednává obecně o transformátorech, jejich principu činnosti, rozdělení, možných dodavatelích, prodejcích a podobně.

Je tady několik kapitol, které jsou postupně zaměřeny na všeobecné rozdělení transformátorů - jak vlastně samotný transformátor funguje a z čeho se skládá, dále na jeho chody naprázdno a nakrátko s nákresem náhradních schémat a fázorových diagramů.

Další kapitola se bude zabývat rozbořením trhu transformátorů 22/0,4kV, ve které budou uvedeny výrobci a dodavatelé transformátorů a firmy které provádí repase, revize a různé druhy oprav pro Českou a Slovenskou republiku, ale také na celosvětové firmy.

## **Abstract:**

This thesis deals generally with the transformers, the principle of operation, distribution, potential suppliers, vendors, and so on.

There's a few chapters, which are gradually focused on the general distribution transformers - how does the transformer itself works and what does it consist, on-load and short circuit with equivalent circuit diagram and phasor diagrams.

The next chapter will deal with market analysis of transformer 22 / 0,4 kV, which will be presented by manufacturers and suppliers of transformers, the company which carries out minor repair, inspection and repair of various types for the Czech and Slovak Republics, but also to global companies.

## **Klíčová slova:**

Transformátor, primární vinutí, sekundární vinutí, Ampérovo pravidlo pravé ruky, Flemingovo pravidlo levé ruky, magnetický obvod, chod naprázdno, chod nakrátko, hysterezní ztráty, Faradayův indukční zákon, převod transformátoru

## **Key words:**

Transformer, primary winding, secondary winding, Ampere's right-hand rule, Fleming's left hand rule, magnetic circuit, idle, running short, hysteresis loss, Faraday's law of induction, transformer ratio

### Seznam použitých symbolů a zkratek:

$\Phi$	[Wb]	magnetický tok
B	[T]	magnetická indukce
$\cos\varphi$	[ - ]	účinník
F	[N]	vychylující síla
$I_{\mu}$	[A]	jalová složka proudu
$I_{FE}$	[A]	činná složka proudu
$I_0$	[%]	poměrný proud naprázdno
$I_{zk}$	[A]	zkratový proud
N	[ - ]	počet závitů
P	[ - ]	celkové ztráty
p	[ - ]	převod transformátoru
Pe	[ - ]	zbytkové ztráty
$P_h$	[ - ]	hysterezní ztráty
Pr	[ - ]	ztráty vířivými proudy
$R_{fe}$	[ $\Omega$ ]	odpor v železe
$R_k$	[ $\Omega$ ]	činný odpor
$U_k$	[V]	napětí nakrátko
$u_i$	[V]	indukované napětí
$u_{k\%}$	[%]	procentuální napětí nakrátko
$X_{\mu}$	[ $\Omega$ ]	magnetizační reaktance
$X_k$	[ $\Omega$ ]	rozptylová reaktance
$Z_k$	[ $\Omega$ ]	impedance nakrátko

## **Obsah**

1. Úvod.....	1
2. Transformátory.....	2
2.1 Popis funkce a složení transformátoru .....	2
2.2 Rozdělení transformátorů:.....	5
2.3 Štítkové hodnoty u transformátorů: .....	6
2.4 Chod naprázdno .....	7
2.5 Chod nakrátko .....	11
3. Rozbor trhu.....	14
3.1 Celosvětové koncerny ABB a Siemens AG .....	14
3.2 Internacional BEZ Group .....	17
3.3 Další výrobci, prodejci a obchodníci s transformátory .....	21
4. Závěrečné zhodnocení: .....	30

# ***1. Úvod***

Transformátory, ač si to mnozí lidé ani neuvědomují, jsou v dnešní době jedny z nejpoužívanějších elektrických strojů vůbec. Využívají se v několika oblastech jako třeba ve zdravotnictví u elektromagnetických přístrojů, výtahová technika, hudební průmysl v podobě různých zesilovačů, zkrátka všude tam kde je potřeba změnit napětí.

Bez transformátoru se neobejdou všichni, kteří si zakoupili nějakou techniku v zemích, které mají jiné napětí než 230 V ( např. USA). Mezi nejčastěji dovážené produkty u kterých je nutné vyměnit transformátor patří například: notebooky, hi-fi soupravy, ruční nářadí, ledničky, pračky, sušičky a drobné domácí spotřebiče.

Nejvíce jsou však transformátory používány v energetice, kde slouží k přenosu a rozvodu elektrické energie.

Kapitoly s názvem popis funkce a složení transformátoru se budou zabývat, jak vlastně samotný transformátor pracuje, z jakých hlavních částí se skládá a stručně v nich budou vysvětleny Ampérovo pravidlo pravé ruky a Flemingovo pravidlo levé ruky. Také v nich budou rozděleny transformátory podle několika základních hledisek například: kde všude se transformátory používají, jakou mají konstrukci a čím se vlastně takový transformátor chladí.

Dále si řekneme co všechno by mělo být uvedeno na štítku transformátoru.

V následujících kapitolách bude vysvětleno co znamená, když transformátor pracuje v chodu naprázdno a nakrátko, nakresleny náhradní schémata a samozřejmě i fázorové diagramy.

3. hlavní kapitola bude zaměřena na celosvětové koncerny, jako jsou Siemens AG a ABB, které vyrábí velmi špičkovou a moderní technologii a na další firmy, které opravují, repasují a provádí revize a zkoušky na transformátorech v České republice, na Slovensku ale i v zahraničí a také na různé dodavatele a výrobce.



## 2. Transformátory

### 2.1 Popis funkce a složení transformátoru

Transformátor je elektrický netočivý stroj pracující na principu elektromagnetické indukce, který slouží k přeměně parametrů elektrické energie (např. z vyššího napětí nebo proudu na nižší a naopak) a to bez pomoci jakékoliv mechanické energie.

Skládá se ze tří hlavních částí:

*sekundární a primární vinutí*

Primární vinutí slouží k převodu elektrické energie na magnetickou

V sekundárním vinutí se podle principu Faradayova indukčního zákona z roku 1831 indukuje elektrické napětí (viz. vzorec 1.1). Jestliže se ve vodiči změni magnetický indukční tok za dobu  $\Delta t$  o  $\Delta \Phi$ , začne vznikat ve vodiči indukované napětí. Indukované napětí vzrůstá s rostoucím počtem závitů cívky nebo s rostoucí změnou rychlosti magnetického toku  $\Phi$  [f].

$$u_i = -N * \frac{d\Phi}{dt} \quad [V] \quad (2.10)$$

$u_i$ .....indukované napětí

$N$ .....počet závitů

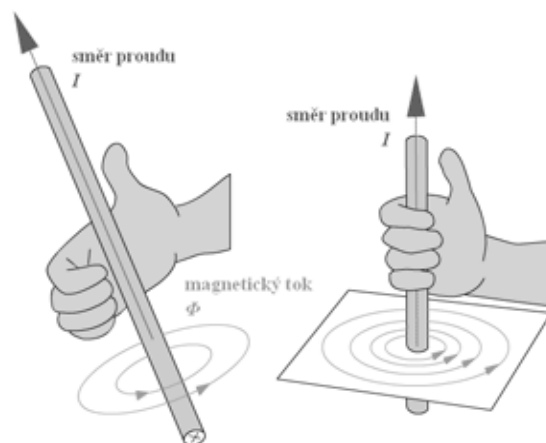
$d\Phi$ ....změna magnetického toku

$dt$ .....doba trvání změny toku

#### **Ampérovo pravidlo pravé ruky**

Chytíme-li si vodič do pravé ruky, tak natažený palec ukazuje směr elektrického proudu ve vodiči a pokrčené prsty znázorňují směr magnetických indukčních siločar.

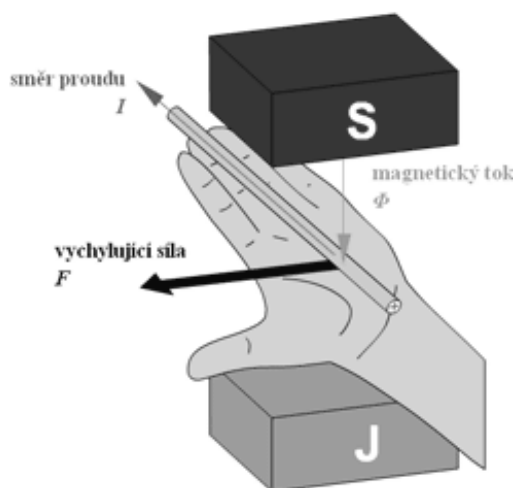
Z toho odvodíme Ampérovo pravidlo pravé ruky pro cívku, které nám říká, že uchopíme-li cívku do pravé ruky, pak ohnuté prsty nám ukazují směr elektrického proudu v jejích závitech a odtažený palec nám ukazuje severní pól cívky.



Obr. 2.1 - Ampérovo pravidlo levé ruky

### Flemingovo pravidlo levé ruky

Vložíme-li levou ruku do magnetického pole tak, aby magnetické siločáry vstupovaly do dlaně a natažené prsty budou ukazovat směr procházejícího proudu vodičem, bude vychýlený palec ukazovat směr magnetické síly, která působí na vodič.



Obr. 2.2 Flemingovo pravidlo levé ruky

Pro vodič, jehož proud je kolmý k indukčním čarám platí vztah:

$$F = B * I * l \quad [N] \quad (2.11)$$

F....vychylující síla

B....magnetická indukce

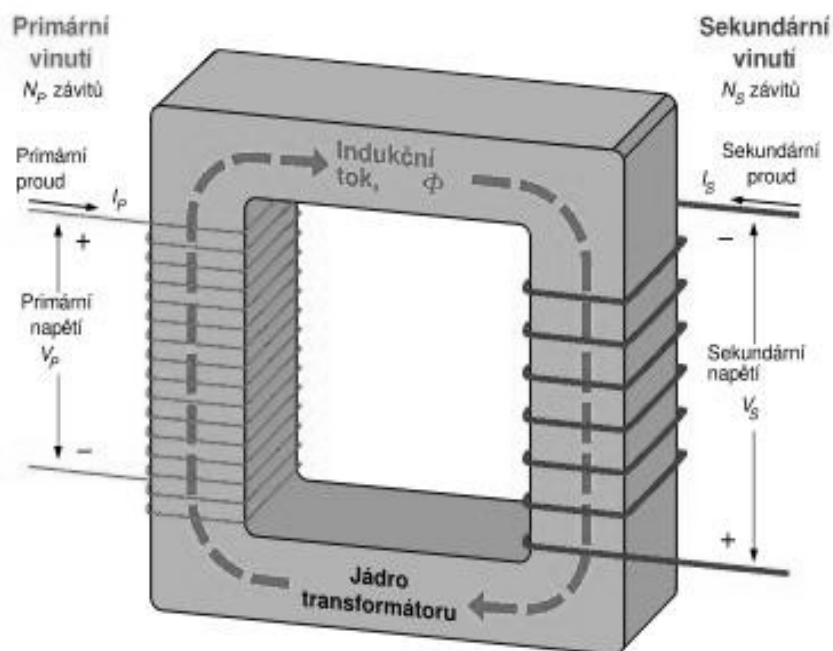
I....protékající proud

l....délka vodiče

[2]

*magnetický obvod* – Jádro transformátoru, které je složeno z vzájemně izolovaných plechů, kterým říkáme transformátorové plechy tvoří magnetický obvod, jehož magnetický indukční tok  $\Phi$ , vyvolaný procházejícím proudem v primárním vinutí, indukuje elektrické napětí  $U$  v sekundárním vinutí.

*izolační systém*



Obr. 2.3 Základní princip a popis transformátor

## 2.2 Rozdělení transformátorů:

### Podle počtu fází:

- Jednofázový
- Trojfázový
- Speciální (dvě nebo více fází, měniče počtu fází)

### Podle konstrukce magnetického obvodu:

- Plášťový Jádrový ( mají primární a sekundární vinutí na různých sloupcích jádra )
- Jádrový ( mají obě dvě vinutí na stejném sloupku jádra)
- Toroidní ( jádro kruhové, vinutí je po celém obvodu jádra)

### Podle použití:

- Energetické: blokový (generátor elektrárny na vedení vvn) distribuční (z vedení vvn/vn ke spotřebiteli)
- Napájecí (pro transformaci nízkého napětí nn na malé napětí mn)
- Bezpečnostní (jako napájecí, ale je zajištěná izolační pevnost - pro napájení obvodů ve zdravotnictví, hraček a spotřebičů ve třídě III)
- Rozptylový (s magnetickým bočníkem, pro svařování, napájení výbojek a speciální aplikace)
- Regulační (autotransformátory, ferorezonanční stabilizátory ap.)
- Měřicí (napěťové, proudové, kombinované)

### Podle počtu vinutí:

- Dvojvinutový (primár, sekundár)
- Trojvinutový (primár, sekundár, terciér)
- Vícevinutový

### Podle chlazení:

- olejové – chladí se olejem nebo jinou izolační kapalinou
- suché – chlazení vzduchem, plynem nebo tuhým dielektrikem
- s litou izolací

## 2.3 Štítkové hodnoty u transformátorů:

1. Druh transformátoru (např. distribuční)
2. Stanovený výkon [kVA;MVA]
3. Stanovené napětí ( většinou napětí mezi fázovými svorkami – u vícefázových transformátorů) [kV]
4. Stanovený proud – ( u vícefázových transformátorů proud v přívodním vodiči) [A]
5. Stanovený kmitočet [Hz]
6. Počet fází
7. Znak spojení (pouze u 3fázových transformátorů)  
  
Y – vstupní vinutí zapojeno do hvězdy ; y – výstupní vinutí zapojeno do hvězdy  
  
D – vstupní vinutí zapojeno do trojúhelníka ; d – výstupní vinutí zapojeno do trojúhelníka  
  
z – zapojení do lomené hvězdy  
  
hodinový úhel – je fázový posuv mezi napětím vstupního a výstupního vinutí ( 1 hodina je fázový posuv o 30 stupňů.)
8. Napětí nakrátko  $u_k$  [%]
9. Druh zatížení (např: S1 – trvalé , S2 – krátkodobé , S3 –přerušované ...)
- 10 .Druh chlazení (např: vzduch – A , olej – O , plyn – G ...)
11. Prostředí ve kterém může transformátor pracovat
12. Krytí transformátoru
13. Třída izolace vinutí
14. Hmotnost

[3]

## 2.4 Chod naprázdno

Transformátor pracuje v chodu naprázdno tehdy, když je výstupní vinutí rozpojeno.

Výstupní proud je tedy nulový ( $I_2 = 0$ ). Proud naprázdno  $I_{10}$  je stejný jako magnetizační proud naprázdno. Je zpožděn téměř o  $\pi/2$  (90 stupňů) za napětím  $U_{10}$  a je velmi malý (při jmenovitém vstupním napětí 4 až 6% - záleží jak je transformátor velký).

Poměrný proud naprázdno je procentuální část proudu naprázdno z jmenovitého proudu a vypočítá se následovně:

$$i_0 = \frac{I_0}{I_n} * 100 \quad [\%] \quad (2.12)$$

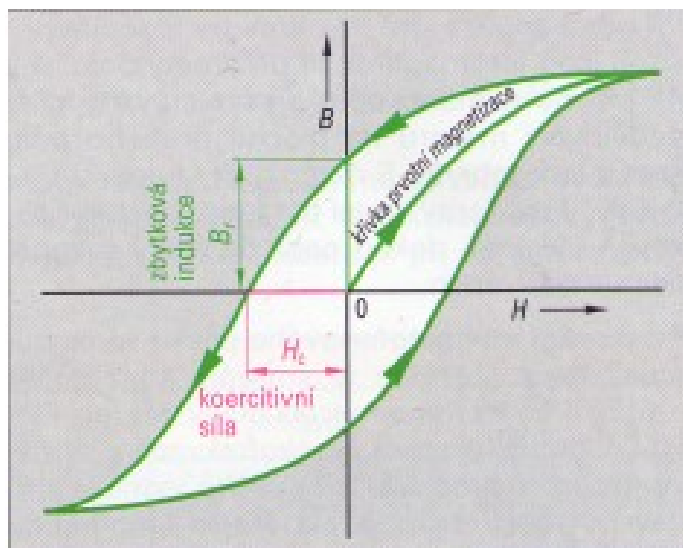
### Ztráty naprázdno (neboli ztráty v železe)

Jsou hlavně ztráty v magnetickém obvodu transformátoru a skládají se z těchto ztrát:

#### *ztráty hysterezní (magnetizační)*

Určitou mírou hysterezních ztrát je plocha hysterezní smyčky – čím je smyčka užší, tím jsou hysterezní ztráty menší.

Tvar této smyčky je ovlivněn chemickým složením materiálu a tepelným zpracováním (např: žíháním) a při výrobě i mechanickým zpracováním.



Obr. 2.4 hysterezní smyčka – závislost  $B$  na  $H$  při přemagnetizování magnetických látek

Hysterezi ztráty energie jsou samozřejmě přímo úměrné počtu cyklů přemagnetizování v určeném čase a ztrátami výkonu.

Je to vlastně ztracená energie, která je potřeba k přemagnetování feromagnetického materiálu při střídavém přemagnetování.

Platí vztah: 
$$P_h = n * f * E$$
 ( 2. 13 )

$P_h$ ...hysterezní ztráty

$f$ ...frekvence přemagnetizování železa

$B$ ...maximální hodnota indukce

$n$ ...konstanta, která je závislá na chemickém složení, zpracování...

### **ztráty vířivými proudy**

Jsou způsobeny průchodem indukovaných proudů feromagnetikem.

Vířivý proud vzniká podle zákona elektromagnetické indukce.

V tomhle případě jde o parazitní jev, kdy dochází k naindukování napětí v železném magnetickém obvodu transformátoru. Jelikož se jedná o kus materiálu, je obvod uzavřen a může protékat proud (Vířivý proud), který je kolmý na směr magnetického indukčního toku  $\Phi$  [f].

Abychom snížili tyto ztráty, vyrábí se magnetický obvod z navzájem izolovaných plechů.

Vířivý proud je přímo úměrný kvadrátu plochy na kterou se indukuje.

### **Proud naprázdno – $I_0$**

Je v porovnání s jmenovitým proudem velmi malý.

Závisí na kvalitě magnetického obvodu a na velikosti transformátoru (čím menší transformátor, tím je větší proud naprázdno. Až do 40% jmenovitého proudu  $I_n$ ).

### **Činná složka proudu a Jalová složka proudu**

$$I_{FE} = I_0 * \cos \varphi_0 \quad [A] \quad ( 2. 14 )$$

$$I_\mu = \sqrt{I_0^2 - I_{FE}^2} \quad [A] \quad ( 2. 15 )$$

### **Účinník naprázdno $\cos \varphi_0$**

$$\cos \varphi = \frac{P_0}{U_n * I_0} \quad [ - ] \quad ( 2. 16 )$$

Závisí hlavně na ztrátách naprázdno  $\Delta P_{fe}$  a na velikosti proudu naprázdno  $I_0$ .

Pohybuje se zhruba v rozsahu 0,1 – 0,7.

### Příčné parametry $R_{fe}$ a $X_\mu$

Odpor, který respektuje ztráty v železe (zahrnuje ztráty vířivými proudy a hysterezní ztráty)

$$R_{FE} = \frac{U_{1n}}{I_{FE}} \quad [\Omega] \quad (2.17)$$

Magnetizační reaktance

$$X_\mu = \frac{U_{1n}}{I_\mu} \quad [\Omega] \quad (2.18)$$

### Celkové ztráty P

Představují výkon, který spotřebuje magnetický materiál při jeho střídavém přemagnetování.

Celkové ztráty se dělí na:

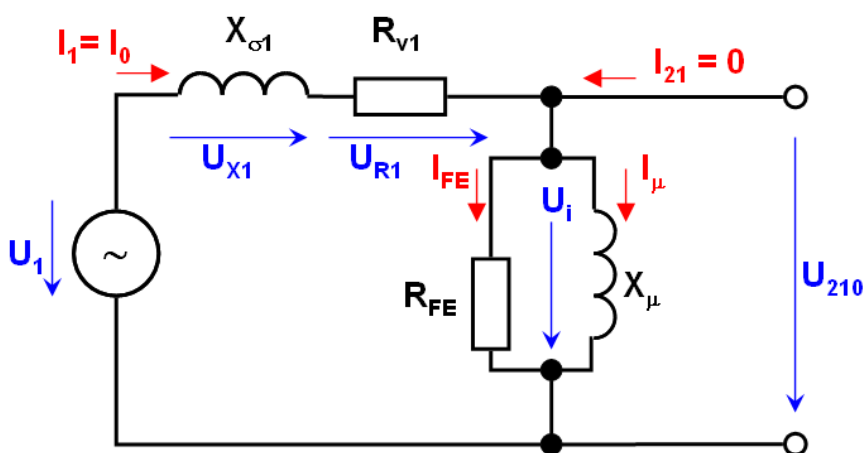
ztráty hysterezní  $P_h$

ztráty vířivými proudy  $P_e$

ztráty zbytkové  $P_r$

Platí rovnice: 
$$P = P_h + P_e + P_r \quad (2.19)$$

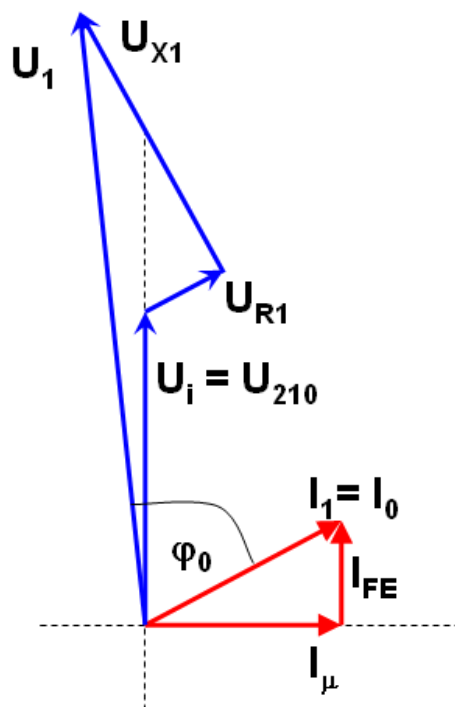
### *Schéma zapojení transformátoru naprázdno*



Obr.2.5 zapojení transformátoru naprázdno



*Fázorový diagram transformátoru naprázdno*

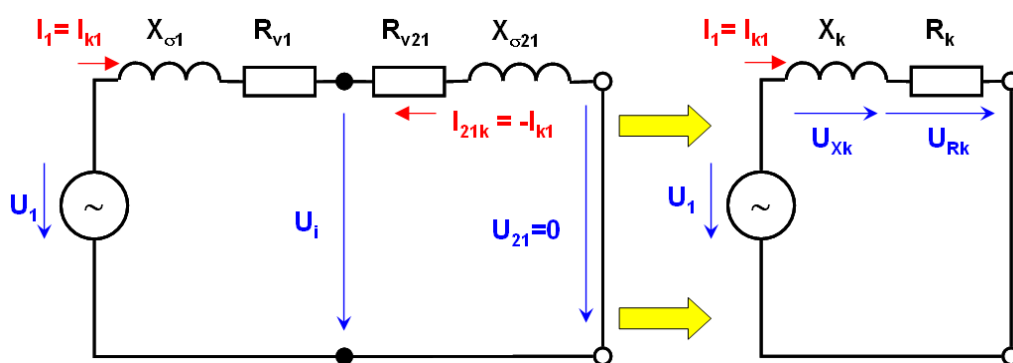


*Obr.2.6 fázorový diagram naprázdno*

## 2.5 Chod nakrátko

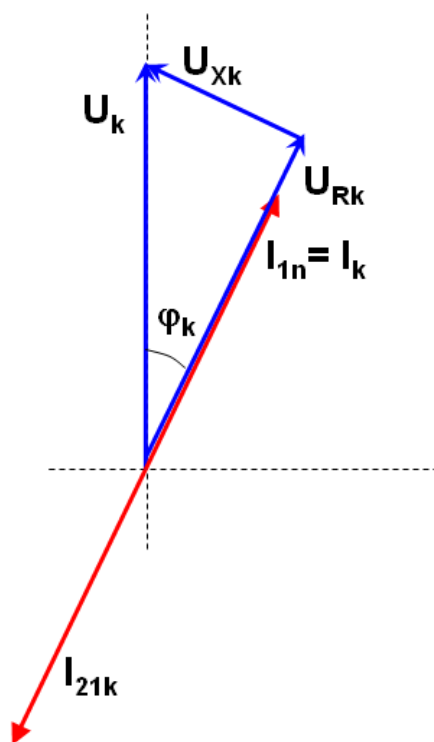
Transformátor pracuje v chodu nakrátko tehdy, je-li výstupní vinutí zkratováno. Ustálený proud nakrátko, který teče při jmenovitém vstupním napětí je několikrát větší než jmenovitý proud.

### *Schéma zapojení transformátoru nakrátko*



Obr. 2.7 zapojení transformátoru nakrátko

### *Fázorový diagram transformátorů nakrátko*



Obr.2.8 fázorový diagram nakrátko

### Ztráty nakrátko (neboli ve vinutí-ztráty v mědi)

Jsou způsobeny odporem vodiče vinutí. Při průchodu elektrického proudu se vodič ohřívá (Joulovo teplo = ztráty = transformátory pracující s vyššími proudy a proto je třeba transformátory chladit). Tyto ztráty změříme při zkratovaném sekundárním vinutí. Transformátor je napájen napětím na takovou hodnotu, která bude odpovídat jmenovitému proudu.

#### **Napětí nakrátko - $U_k$**

$$U_k = Z_k * I_k \quad [\text{V}] \quad (2.20)$$

#### **Procentuální napětí nakrátko - $u_k\%$**

$$u_k\% = \frac{U_k}{U_n} * 100 \quad [\%] \quad (2.21)$$

#### **Impedance nakrátko - $Z_k$**

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} \quad [\Omega] \quad (2.22)$$

$$Z_k = \frac{U_k}{I_n} \quad [\Omega] \quad (2.23)$$

#### **Zkratový proud transformátoru - $I_{zk}$**

$$I_{zk} = \frac{U_{1n}}{Z_k} \quad [\text{A}] \quad (2.24)$$

#### **Účinník nakrátko $\cos \varphi_k$**

$$\cos \varphi_k = \frac{P_k}{U_k * I_n} \quad [-] \quad (2.25)$$

Je podíl činné a jalové složce impedance transformátoru (pohybuje se v rozsahu 0,7 – 0,95).

#### **Podélné parametry $R_k$ a $X_k$**

činný odpor transformátoru

$$R_k = Z_k * \cos \varphi_k \quad [\Omega] \quad (1.26)$$

rozptylová reaktance

$$X_k = Z_k * \sin \varphi_k \quad [\Omega] \quad (1.27)$$

### **Převod transformátoru**

Patří mezi základní parametry transformátoru a vypočítá se následovně:

$$P = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_2}{I_1} \quad [ - ] \quad ( 1. 28 )$$

$U_1$ ...napětí na primární cívce

$U_2$ ...napětí na sekundární cívce

$I_1$ ...proud procházející primární cívkou

$I_2$ ...proud procházející sekundární cívkou

$N_1$ ...počet závitů primární cívky

$N_2$ ...počet závitů sekundární cívky

#### ***Je-li převod transformátoru:***

$p > 1$ ...jedná se o snižovací transformátor

$p < 1$ ...jedná se o zvyšovací transformátor

$p = 1$ ...jedná se o oddělovací transformátor

### ***3. Rozbor trhu***

#### **3.1 Celosvětové koncerny ABB a Siemens AG**

##### **Společnost ABB**

ABB je jedna z nejvýznamnějších elektroinženýrských společností ve světě, která poskytuje různé druhy technologií pro energetiku, automatizaci, výrobu a distribuci elektrické energie, umožňující energetickým a průmyslovým podnikům větší výkonnost při snižování dopadu jejich činnosti na životní prostředí. Ve firmě pracuje celkově přes 124 000 zaměstnanců ve více než 100 zemích.

Firma má 9 výzkumných center, spolupracuje s 6000 vědci a 70 univerzitami po celém světě a to vše s hlavním cílem vyvíjet jedinečnou technologii, která zvýší konkurenceschopnost jejich zákazníků.

U nás působí od roku 1970 a nyní zaměstnává necelých 3000 zaměstnanců.

Firma díky svým dlouhodobým zkušenostem, znalostem a poznatkům nabízí svým zákazníkům také velmi silné zázemí v podobě vlastních inženýrských a servisních center.

Patří mezi největší výrobce transformátorů na světě, ale také se zabývá různými vědními obory jako jsou například: robotika, automobilový průmysl, biologické vědy, výkonová elektronika, rozvaděče, motory a mnoho dalších.

Nabízejí kompletní řadu olejových výkonových a olejových distribučních transformátorů se jmenovitým výkonem od 300 do 2500 kVA s napětím až do 34,5 kV, které jsou vyrobeny dle nejnáročnějších mezinárodních norem.

Tyto transformátory mají svou jedinečnou konstrukci jádra a cívky, které jsou tak typické pro olejové transformátory ABB.

Transformátory mají velkou spolehlivost, dlouhou životnost a úsporu zastavěného prostoru. Tyto parametry ocení hlavně velké elektrárenské společnosti, různé průmyslové podniky, ale i komerční instituce. Používají se jak ve vnitřních tak i venkovních provedeních, které mohou být dále vybaveny různými přepínači odboček pro přepínání pod zatížením, nebo i bez zatížení.

Dále firma nabízí také kompletní řadu suchých transformátorů s primárním napětím 0,5 až 72 kV.

Suché distribuční transformátory se používají na převod z vysokého napětí na nízké napětí pro distribuci elektrické energie především v metropolitních oblastech (například: veřejné budovy, kanceláře, rozvodny a podobně), proto jsou instalovány v blízkosti místa jejich použití.

Jsou šetrné k životnímu prostředí a vhodné pro vnitřní a venkovní provedení.

Poskytují vynikající mechanické vlastnosti, nehrozí únik žádné kapaliny a tudíž u nich nehrozí nebezpečí požáru ani výbuchu.

[5]

## **Společnost Siemens AG**

Další velmi významnou celosvětovou společností vyrábějící špičkovou, moderní a velmi kvalitní technologii šetrnou k životnímu prostředí je Siemens AG.

Působí již více než 160 let ve světě s celkovým ročním obratem kolem 80 miliard EUR, z čehož třetinu obratu „skoro 25 miliard EUR, tvoří technologie, které jsou šetrné k životnímu prostředí a v tomto ohledu patří k největším poskytovatelům na světě a zaměstnává přes 400 000 zaměstnanců.

V České republice byla firma založena před více než 120 lety a s 11 000 zaměstnanci a ročním obratem přes 30 miliard Kč patří mezi největší zaměstnavatele u nás.

V České republice se firma Siemens soustředí hlavně na tyto oblasti: energetika, průmyslová a veřejná infrastruktura, zdravotnictví a informační technologie.

Kromě obchodních aktivit se firma Siemens v České republice zabývá také výrobou.

Mezi její nejvýznamnější závody u nás patří podniky na výrobu nízkonapěťových elektromotorů v Mohelnici, Drásově a Frenštátu pod Radhoštěm, závod na výrobu parních turbín v Brně nebo podnik který se zaměřuje na výrobu průmyslové nízkonapěťové techniky se sídlem v Trutnově. Dále to jsou například podniky který vyrábí osvětlovací techniku OSRAM v Bruntále a podnik OEZ v Letohradech, který se zaměřuje na výrobu jisticích přístrojů a zařízení nízkého napětí.

Jelikož má bakalářská práce pojednává na téma Transformátory VN,tak se zaměřím hlavně na transformátory, které firma Siemens AG vyrábí.

Siemens dodává výkonové transformátory v několika provedeních, podle způsobu provozu, způsobu chlazení, podle ztrát, podle počtu fází na třífázové nebo jednofázové, plné nebo úsporné, konstruovány pro výkony od 2 do více než 1 000 MVA pro napětí až do 1 500 kV a to vše podle platných mezinárodních norem a předpisů.

Dodává také několik druhů olejových transformátorů, které mají velmi dobré elektrické, mechanické a termické vlastnosti.

Hermetizované olejové transformátory TUNORMA s konzervátorem pro střídavý proud a také olejové hermetizované transformátory TUMETIC bez konzervátoru vyrobeny pro jmenovité výkony od 50 do 2 500 kVA (výkony nad 2 500 kVA dle vzájemné dohody) s maximálním provozním napětím do 36 kV, které se osvědčují po celém světě i v těch nejvíce extrémních podmínkách v rozvodnách distribučních podniků v energetice i v průmyslu.

Dále dodává suché pryskyřicové transformátory značky GEAFOL, které jsou výborným řešením v blízkosti lidí, kde musí být zaručena maximální bezpečnost. Tyto transformátory mají perfektní vlastnosti jakými jsou vysoká spolehlivost provozu, životnost a kromě toho jsou i velmi ekologické.

Izolace u transformátorů GEAFOL se skládá ze směsi epoxidová pryskyřice a křemenné moučky.

Tento ekologický materiál je bez údržbový, odolný proti jakékoliv vlhkosti, vhodný i do oblastí s vysokými teplotami, jelikož špatně hoří a hlavně je samozhášivý, dokonce ani při působení elektrického oblouku zde nevzniká žádný plyn. Je velmi tichý jako olejový transformátor.

Jsou konstruovány pro výkonový rozsah od 50 kVA až do 30 MVA s provozním napětím do 36 kV, proto firma nainstalovala po celém světě již více než 80 000 pryskyřicových transformátorů.

Firma také vyrábí několik druhů speciálních transformátorů pro různé druhy použití jako jsou například: pecní transformátory – slouží k výrobě ušlechťené ocele v obloukových pecích, transformátory pro ochranu generátorů, transformátory pro trakční vozidla, usměrňovačové transformátory – pro elektrolýzu a stejnosměrný provoz a také zapalovací transformátory – slouží pro zapálení elektrického oblouku v různých oblastech použití (olejové, plynové i velké hořáky)

[6]

## 3.2 Internacional BEZ Group

Společnost internacionál BEZ Group sdružuje výrobce transformátorů v Čechách i na Slovensku a mezi její společnosti patří: BEZ TRANSFORMÁTORY, BEZ ELBAT v Bratislavě, ETD TRANSFORMÁTORY v Plzni a ESB Elektrické stroje v Brně.

### Společnost ESB

Společnost ESB která vznikla v roce 1952 a v březnu roku 2008 se stala členem International BEZ Group se zabývá těmito činnostmi:

Opravou a revizí transformátorů bez výkonového omezení

Regenerací transformátorových olejů v provozu

Opravou a revizí elektrických zařízení jako jsou:

motory, generátory, frekvenční měniče různých typů, výkonů a výrobců

Revizí a opravou elektrických točivých strojů s výkonem do 10 MW

Revizí a opravou generátorů – rotorů do výkonu 60 MW

Generálními opravami a výměnami regulačních zařízení

Opravami přímo u zákazníka

Společnost ESB spolupracuje s několika velkými firmami jako jsou například:

České Dráhy a.s., J-E Dukovany, Arcelor Mittal, EON, Pražská energetika a.s., ČEPS a.s., ČEZ atd.

[15]

### Společnost BEZ ELBAT

Společnost pod obchodním jménem BEZ ELBAT působí na trhu od roku 1997, ale její existence je více než 100 letá. V dnešní době má společnost významné postavení v oblasti silnoproudé techniky v České a Slovenské republice, ale také na zahraničním trhu a to nejen díky dlouholetým zkušenostem s výrobou rozvaděčů a transformačním trafostanic.

BEZ ELBAT zahrnuje do svého výrobního programu služby, jakými jsou:

-poradenskou činnost v oblasti zásobování a hospodárnosti s elektrickou energií

-projektování elektrických instalací, hlavně transformátorových stanic

-elektronické zařízení pro využití c rozvodu elektrické energie NN (nízkého napětí), v průmyslu a pro

-podružné rozvaděče

-rozvaděče v oblastech měření a regulace

-rozvaděče pro měření spotřeby elektrické energie

-rozvaděče pro kompenzaci účinníku

-ovládací skříně, deblokační skříně, rozvodné skříně a bytové rozvodnice

-rozváděče pro transformátorové stanice

-distribuční kioskové transformátorové stanice

-opravy elektrocentrál a dodávku náhradních zdrojů elektrické energie



- rekonstrukce elektrických instalací a transformátorových stanic
- odborné prohlídky a odborné zkoušky elektrických zařízení bez omezení napětí

Nabízí blokové kioskové transformátorové stanice v betonových buňkách jak s venkovním tak i vnitřním ovládáním od společnosti Betonbau s.r.o. Praha do maximálního výkonu 2 x 1 000 kVA, tak i kioskové trafostanice s venkovním i vnitřním ovládáním v buňkách Schmidt Gliwice do výkonu 2 x 1000 kV a také několik druhů rozvaděčů.

[14]

### **Společnost ETD Transformátory**

Na konci 19. století a začátku 20. století byla v západních Čechách a to zejména v Plzni vybudována velká základna těžkého strojírenského a elektroenergetického průmyslu, která se později v roce 1921 rozrostla o elektrotechnické továrny v Doudlevcích, odkud pochází nynější název společnosti ETD transformátory. Výrobní program ETD závodů pokrývá různá odvětví jakými jsou Energetika (parní a vodní elektrárny, rozvodny), elektrické pohony (válcovny, obráběcí stroje, těžní zařízení a podobně.), elektrická trakce a dopravní technika.

Firma vyrábí tyto druhy transformátorů a zařízení:

- Třífázový regulační olejový transformátor s výkonovým rozsahem 10 – 320 MVA a jmenovitým napětím do 420 kV.
- Třífázový neregulační transformátor o výkonu do 410 MVA a napětí do 420 kV.
- Jednofázové neregulační olejové transformátory s celkovým výkonem třífázové sestavy do 1200 MVA a napětím do 420 kV.
- Regulační a neregulační transformátory zvláštního provedení
- Transformátory do lokomotiv
- Trakční tlumivky pro pohon kolejových vozidel (tramvaj, trolejbus, metro)
- Spouštěcí reaktory

Firma vyrobila například 2ks transformátorů 360 MVA, 420 kV pro přečerpávací vodní elektrárnu Dlouhé Stráně nebo turboalternátory 1 000 MW, 24 kV pro jadernou elektrárnu Temelín.

V roce 2008 firma zakládá nový samostatný úsek Elektrotechnická zkušebna, ve kterém provádí:

#### **Měření a diagnostika elektrických strojů netočivých**

- měření izolačního odporu
- měření kapacity a ztrátového činitele tg
- měření částečných výbojů na výkonových transformátorech
- měření částečných výbojů na přístrojových transformátorech
- měření ultrazvukové emise
- zkoušku střídavým přiloženým, střídavým indukovaným, atmosférickým impulsem
- měření odporu vinutí
- měření naprázdno u výkonového transformátoru

měření nakrátko u výkonového transformátoru  
měření převodu výkonového transformátoru  
oteplovací zkouška výkonového transformátoru

#### **Rozbory izolačních olejů**

určení průrazného napětí při síťovém kmitočtu  
obsah vody v izolačním oleji

#### **Zkoušky izolátorů a izolátorových závěsů**

zkouška střídavým napětím  
zkouška impulsním napětím

#### **Zkoušky rozvaděčů**

měření izolačního odporu  
zkouška střídavým napětím  
zkouška impulsním napětím  
měření přechodového odporu

#### **Zkoušky spínacích přístrojů**

zkouška střídavým napětím  
zkouška impulsním napětím

Dále se firma soustředí na opravárenskou činnost:

- demonťáž a montáž transformátorů s příslušenstvím
- naložení, vyložení a přesun transformátorů
- zajišťování přepravy
- revizi, opravu a přetěsnění transformátorů
- modernizaci příslušenství transformátorů
- modernizaci chlazení transformátorů
- opravu pohonu regulace
- filtraci a rozbor oleje
- vakuování transformátorů
- vysoušení transformátorů na stanovištích nebo v revizní věži

[13]

## **Společnost BEZ transformátory**

Společnost BEZ transformátory která působí na slovenském i zahraničním trhu s více než stoletou tradicí je výrobcem elektrotechnických výrobků a zařízení pro energetiku.

Od roku 1912 zahrnuje výroba i distribuční transformátory.

Firma nabízí tyto druhy olejových transformátorů:

Hermeticky uzavřené distribuční trojfázové olejové transformátory s výkony od 25 do 4 000 kVA do napětí 35 kV s nízkými ztrátami, olejové výkonové transformátory s výkonem od 2,5 MVA až do 16 MVA do napětí 35 kV a dále trojfázové regulační olejové transformátory s výkonem 630 kVA – 16 MVA.

Klasické suché transformátory a transformátory s litou izolací, které vyrábí od roku 1969, jsou ekologické – neohrožují životní prostředí, s minimální údržbou a neomezenou možností instalace v místě spotřeby elektrické energie. Suché transformátory se používají pouze ve vnitřním prostředí, kdežto suché transformátory s litou izolací jsou vyráběny i pro instalaci do venkovního prostředí.

Trojfázové distribuční suché transformátory s výkonem 25 kVA – 6,3 MVA do napětí 22 kV.

Trojfázové distribuční transformátory s litou izolací s výkony 100 kVA - 4 MVA s napětím do 35 kV.

Trojfázové distribuční ekologické transformátory s litou izolací pro venkovní montáž s výkony 5 kVA až 630 kVA do napětí 22 kV.

Amorfní transformátory, které mají obvod z amorfního kovu a vůči klasickým transformátorům mají snížené ztráty naprázdno o 75 až 80 % s výkony 250 až 630 kVA na napětí do 22 kV.

Amorfní transformátor s litou izolací o výkonu 1 000 kVA a napětí 10 kV.

[12]

### 3.3 Další výrobci, prodejci a obchodníci s transformátory

#### Společnost KOČÍ-VALÁŠEK s.r.o.

Společnost KOČÍ-VALÁŠEK s.r.o., která působí na českém a slovenském trhu s transformátory a trafostanicemi již od roku 1994 se na základě velmi dobré dlouhodobé spolupráce se slovenskou firmou BEZ Transformátory a.s. která sídlí v Bratislavě rozhodla dne 1.7.2010 uzavřít smlouvu o výhradním prodeji transformátorů BEZ v České republice.

Mezi jejich nejvýznamější zákazníky patří například ČEZ elektrárna Dětmarovice, Nová Huť Ostrava, SAZKA a.s. ,ČESKÝ TELECOM a.s. a mnoho dalších významných firem.

Pro své zákazníky z různých oborů, jakými jsou průmyslové, strojírenské a dopravní podniky, montážní firmy a podobně nabízí tyto služby:

- prodej olejových distribučních transformátorů dodávaných v hermetizovaném provedení ve výkonové řadě 50 až 2 500 kVA pro napětí do 35 kV
- suchých distribučních transformátorů se zaléváním vinutím do epoxidové pryskyřice ve výkonové řadě 100 až 2 500 kVA pro napětí do 35 kV se základní výbavou – dvoustupňovou pozistorovou tepelnou ochranou
- olejových výkonových transformátorů do výkonu 40 MVA a napětím do 72,5 kV
- speciálních transformátorů v olejovém nebo suchém provedení (autotransformátory, zemní transformátory, pecní transformátory, tlumivky, měničenské transformátory)
- nízkoztrátové transformátory s výkonovou řadou 100 – 2 500 kVA
- Repasuje suché a olejové transformátory od 50 kVA do 10 MVA s provozním napětím do 35 kV
- Opravuje a reviduje starší typy transformátorů
- Vykupuje nevyužité a starší transformátory všech typů
- Zajišťuje dodávky kioskových a kompletních sloupových trafostanic
- Prodává svorky a jiné příslušenství k transformátorům
- Poskytuje službu TRAFO24 (rychlá dodávka náhradního transformátoru do 24hodin – k okamžitému dodání jsou připravené olejové transformátory s převodem 22/0,4kV základní výkonové řady 50 – 1000kVA v novém nebo repasovaném provedení.)

[10]

## **Společnost Elpro-Energo s.r.o.**

21.ledna 1997 byla založena společnost Elpro CZ s.r.o.která se začala zabývat hlavně prodejem transformátorů. Pro zdůraznění souvislosti firmy s energetikou byla firma v lednu 2001 přejmenována na stávající Elpro–Energo s.r.o.

Hlavní činnost společnosti spočívá v nákupu a prodeji různých druhů transformátorů, která je dále rozšiřována a doplňována dle požadavků trhu.

V současnosti poskytuje firma svým obchodním partnerům dodávky:

- suchých transformátoru (s převodem 6 , 10 a 22/0,4kV s jmenovitým výkonem 50 – 2500 kVA a transformátory s převodem 35/0,4kV s jmenovitým výkonem 100 – 2500 kVA.)
- olejových distribučních hermetických transformátorů s výkonem do 2,5 MVA
- olejových výkonových transformátorů (o jmenovitém výkonu 5 až 160 MVA a pro provozní napětí do 245kV.)
- proudových, napět'ových a kombinovaných přístrojových transformátorů
- průvlekových proudových transformátorů
- kioskových trafostanic
- omezovačů přepětí
- kabelových souborů a konektorů
- přípojnicových systémů na vysokonapět'ové straně
- komponentů pro transformátory jako jsou kolečka, hliníkové profily nebo transformátorové skříně

Firma Elpro-Energo s.r.o. dodává transformátory po celé České republice.

Mezi její největší dodavatele patří takové velké známé společnosti jako jsou například: ČEZ, ČEPS, J-E DUKOVANY, EON, ENERGETIKA VÍTKOVICE, ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA, ČESKÁ POŠTA a další.

[7]

## **Společnost Power-Energo**

Power-Energo je společnost s mnohaletými zkušenostmi na českém i světovém trhu, která zajišťuje dodávky suchých zalévaných a olejových transformátorů, rozvaděčů vysokého napětí do 35kV (jmenovitých 38,5kV), zapouzdřených přípojnicových systémů, kompletně vybavených kioskových trafostanic, pomáhá s realizací několika desítek projektů fotovoltaických elektráren, navržených a technologicky vybavených vždy podle požadavků daného projektu.

Dále firma nabízí své získané zkušenosti a spolupráci v nových projektech,které se soustředí na:

- kompletní vybavení trafostanic včetně transformátorů s nejnižšími ztrátami
- kabelové přípojky vysokého napětí
- kabelové rozvody nízkého napětí (stejnoseměrná i střídavá část)
- dodání a montáž střídačů
- dodání a montáž navrhovaných panelů s největší účinností

Suché zalévané transformátory, které vyrábí firma Lengrad více než 15 let jsou vyrobeny a navrženy ve velmi vysoké kvalitě a proto vykazují velmi vysokou spolehlivost. Jsou vhodné pro instalaci ve všech částech výroby, pro distribuci elektrické energie, transformaci a trakci pro napětí až do 36kV a výkonech od 50 do 16 000 kVA.

Výrobní a průmyslová skupina AREVA T&D s více než 80ti lety zkušeností a více než 2 milióny nainstalovaných olejových transformátorů po celém světě s výkony až do 25 MVA a nejvyšším napětím do 72,5kV zaručuje tyto přednosti:

- přizpůsobivost v celém rozsahu činnosti
- vysokou spolehlivost a kvalitu
- ekonomickou optimalizaci
- osvědčenou a stále se zdokonalizující technologii
- minimální rozměry
- pevnou konstrukci
- snadnou recyklaci

V závislosti na vlivech prostředí a použití nabízí typu druhy olejových transformátorů:

- hermetizované nebo s konzervátorem
- instalace do vnitřních prostorů (do budov nebo průmyslových provozů)
- instalaci do venkovních prostorů ( montáž s tlumiči, na zem, nebo stožárově)
- s velmi malou úrovní hluku do obytných zón
- ohledně ztrát: standardní, snížené ztráty, velmi nízké ztráty
- transformátory pro speciální aplikace (usměrňovačové, svářecí, zemní, pro zónu II – ropa a plyn, s přepínačem pod zatížením, reaktory atd.)

Dále firma nabízí výkonové transformátory se jmenovitým výkonem až do 90MVA, vyšším jmenovitým napětím do 132kV, materiálem vinutí Al/Al, Cu/Al, Cu/Cu a se standardním příslušenstvím jakým je:

plnění ekologicky nezávadným olejem

indikátor oleje

dvoj kontaktní teploměr

Buchholtzovo relé

přetlakový ventil

pojistný ventil

vysoušedla

podvozek s kolečky, který lze přestavit na podélný i příčný dojezd

Firma dále nabízí odkup i likvidaci starých transformátorů a obchoduje i s repasovanými transformátory v suchém a olejovém provedení, které jsou po kompletní repasi, revizi a přezkoušení dle platných norem ČSN s dvouletou garancí.

[9]

### **Společnost Trasfor A.S.**

Společnost Trasfor S.A. byla založena v roce 1967 se sídlem ve Švýcarsku a soustředí se na výrobu a vývoj vysokonapěťových transformátorů a tlumivek na zakázku k použití pro přeměnu a distribuci elektrické energie, pro napájení pohonů a rozvodů ( na lodích a pobřežních zařízeních), pro trakční pohony a zařízení, pomocná zařízení v elektrických pohonech a v mnoha dalších aplikacích. Společnost má z prodeje kolem 120 milionů EUR a pracuje v ní skoro 300 zaměstnanců. Trasfor A.S. má výhradní obchodní zastoupení v České i Slovenské republice.

Oblasti do kterých Trasfor A.S. dodává své výrobky jsou:

energetika – distribuční, zemní a budíci transformátory

pevná trakční zařízení

vozidla elektrické trakce

lodní a pobřežní zařízení

usměrňovače a měniče pro regulované pohony

usměrňovače a měniče pro různé typy podniků - slévárny a ocelárny, sklárny, kovárny, galvanovny, rafinérie, svařovací zařízení

důlní a chemický průmysl, vojenské a jiné speciální aplikace

větrné a solární elektrárny

kompensaci a UPS

Firma vyrábí 1 nebo 3 fázové zalévané transformátory do pryskyřice s výkonem do 25 MVA a napětím do 36 kV, speciální olejové transformátory chlazené olejem 1 nebo 3 fázové s výkonem až do 60 MVA a napětím až do 145 kV, suché transformátory 1 a 3 fázové s výkonem do 15 MVA a napětím do 24 kV, trakční transformátory, lodní transformátory a speciální měničové a usměrňovačové transformátory.

[11]

### **Společnost OMZ Hranice s.r.o.**

Opravná měnírenského zařízení Hranice, která byla vybudována v roce 1964 jako zatím jediná svého druhu se zaměřením na opravy a revize trakčních transformátorů a později rozšířila činnost i na distribuční a speciální transformátory pro potřebu železnice. V roce 1995 byla firma prodána společnosti OMZ Hranice s.r.o.

Firma je vzhledem ke svému stavebnímu řešení a výbavě strojů přizpůsobena k provádění revizí a oprav distribučních i speciálních transformátorů do výkonu 40MVA a také se zabývá výkupem

nepotřebných transformátorů a jejich ekologickou likvidací, prodejem repasovaných i nových transformátorů.

Z původních revidovaných 50ks transformátorů ročně byla kapacita zvýšena až na 600ks ročně a to i díky většímu počtu zaměstnanců, který vzrostl z původních 9 na dnešních 35.

Firma OMZ Hranice repasuje transformátory 22/0,4 kV typu ATSE 732/22 s výkonem 250 kVA za 92 000 Kč bez DPH a typu 9TBN250 se stejným výkonem za 90 000 Kč, nebo transformátory 22/0,4 kV typu ATSE 752/22 s výkonem 400 kVA za 110 000 Kč bez DPH.

[8]

### **Společnost ELEKTROKOV a.s.**

Společnost ELEKTROKOV a.s. – závod ELEKTRO ve Znojmě, která vznikla v roce 1947 a v současnosti má necelých 100 zaměstnanců je českým výrobcem jednofázových transformátorů EI a UI, třífázových transformátorů, toroidů, tlumivek, cívek a svářecí techniky.

Transformátory vyrábí v několika řadách:

#### *Jednofázové transformátory EI:*

jednokomorový se svařovaným jádrem o výkonech 16 – 500 VA a 450 – 2500 VA

jednokomorový se skládaným jádrem o výkonu 12 – 400 VA

dvoukomorový o výkonu 8 – 130 VA

dvoukomorový zalitý o výkonu 12 – 300 VA

transformátor do tištěných spojů 0,5 – 130 VA

#### *Jednofázové transformátory UI:*

transformátor v provedení naležato o výkonu 300 – 1200 VA

transformátor v provedení na výšku o výkonu 300 – 8000 VA

#### *Třífázové transformátory:*

transformátory s jádrem 3EI o výkonech 1,1 – 4 kVA a 7 – 60 kVA

transformátory s jádrem FI o výkonu 400 – 6300 VA

transformátory s jádrem UNICORE o výkonu 10 – 180 kVA

Společnost se soustředí na výrobu zařízení v těchto oblastech:

Automatizace železniční dopravy

Výroba zdrojů a nabíječů

Výroba napájecích a řídicích jednotek různých strojů a zařízení

Velkoobchody s elektromateriálem

[16]



## **Firma EXIMET TRAFIO s.r.o.**

Firma EXIMET TRAFIO s.r.o. byla založena v roce 1994 a převzetím výrobního programu od společnosti ABB-EJF se sídlem v Jevišovicích, která probíhala od 50.let pokračuje ve výrobě transformátorů a elektrotechnických výrobků.

Firma se zaměřuje na svůj výrobní program:

### **Výrobky do napětí 1 kV**

Jednofázové transformátory s výkonem 7 VA – 5,3 kVA

Jednofázové výkonové transformátory s výkonem 3,7 – 13,3 kVA

Jednofázové výkonové transformátory s výkonem 10,5 – 300 kVA

Trojfázové transformátory s výkonem 250 VA – 5 kVA

Trojfázové výkonové transformátory s výkonem 5,6 – 20 kVA

Trojfázové výkonové transformátory s výkonem 16 – 450 kVA

Jednofázové oddělovací ochranné transformátory neodolné proti zkratu pro napájení v místnostech pro lékařské účely o výkonu 0,5 – 20 kVA

Trojfázové oddělovací ochranné transformátory neodolné proti zkratu pro napájení v místnostech pro lékařské účely o výkonu 3,15 – 31,5 kVA

Ochranné hradící tlumivky pro kompenzační zařízení

Trojfázové komutační tlumivky

Dekompenzační trojfázové tlumivky

### **Výrobky do napětí 35 kV**

Olejoyé transformátory s jmenovitým napětím 6 – 24 kV (podle požadavků zákazníka i do 36 kV)

Suché transformátory s jmenovitým napětím 6, 10, 12, 22, 35 kV

Suché tlumivky

### **Speciální produkty**

Transformátory – pecové, usměrňovačové, laboratorní, pro napájení zemních ochran atd.

Reaktory pro omezení zkratových proudů

Tlumivky – Spouštěcí, kompenzační, vyhlazovací, filtrační, omezovací a jiné

Jednofázové olejové a suché transformátory pro napájení trakčních zařízení z trakčního vedení

Olejoyé transformátory s nízkými ztrátami pro fotovoltaické elektrárny

Vyhotovení náhradních vinutí – podle vzorů nebo dodané dokumentace

### **Opravy suchých impregnovaných a olejových transformátorů a tlumivek**

### **Aktuální nabídka transformátorů a tlumivek na skladě**

Olejoyý transformátor s konzervátorem o výkonu 100 kVA s převodem 11/0,415 kV

Olejoyý hermetický transformátor s výkonem 400 kVA a převodem 20/0,4 kV

[17]

## **Společnost E.S.H. & F. Production s.r.o**

V roce 1990 vznikla společnost s obchodním názvem EOH, která se zabývá výrobou komponentů silnoproudé elektrotechniky, která byla v roce 1995 se všemi výrobními procesy a celým výrobním sortimentem převedena na nově vzniklou firmu s názvem E.S.H. & F. Production s.r.o.

Firma vyrábí a dodává na český i zahraniční trh suché transformátory, tlumivky, rezistory a cívky.

Nabízí tyto druhy transformátorů:

Jednofázový suchý transformátor o výkonu 100 VA – 500 KVA s maximálním napětím do 6,3 kV

Jednofázový suchý transformátor typu EI s výkonem 0,5 – 2,6 kVA s převodem napětí do 1 kV

Jednofázový suchý transformátor Unicore s výkonem do 100 kVA a s převodem napětí v libovolných kombinacích do 6,3V

Třífázový suchý transformátor s výkonem 1 kV – 500 kVA s napětím do 6,3 kV

Třífázový suchý transformátor Unicore s převodem libovolného napětí do 6 kV

Bazénové transformátory určené k napájení elektrického příslušenství bazénu o výkonu 100 – 930 VA

[18]

## **Společnost Trafo CZ a.s.**

Společnost VČE transformátory a.s. byla založena 1.7. 2000, firma vychází ze své činnosti a z více než osmdesátiletých zkušeností v oboru výroba, oprava, revize, prodej nových i repasovaných transformátorů již od roku 1925. V roce 2003 byla firma začleněna do společnosti ČEZ. Od září 2008 však firma změnila svůj obchodní název na nynější Trafo CZ a.s. se sídlem v Hradci Králové.

Firma dodává transformátory ELIN po celé české republice a mezi nejvýznamnější zákazníky patří:

ČEZ – Logistika s.r.o. Ostrava, SKANSKA a.s. Praha, Betonbau s.r.o. Praha, VCES a.s. Praha, Fakultní nemocnice Hradec Králové, Severočeská energetika a.s. Děčín a mnoho dalších.

Firma nabízí tyto výrobky a služby:

Výrobu a prodej transformátorů v hermetizovaném provedení nebo s expanzní nádobou

o výkonech: 50, 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1600, 2000, 2500 kVA

a napětíových hladinách 5, 6, 10, 22 nebo 35 kV

Opravy a revize transformátorů od všech výrobců, včetně hermetizovaných, do jmenovitého napětí 35 kV a výkonu 2500 kVA

Filtrace a vysušení trafo olejů mobilní filtrační stanicí MICAFIL

Zkoušky trafo olejů

Zkoušky ochranných pomůcek NN, VN, VVN do 110 kV

Zkoušky izolačních stavů transformátorových stanic

Výrobu vazebních transformátorů HDO

Zámečnickou výrobu, hlavně pro montáže rozvodu elektrické energie

Kovoobrábění – soustružení, frézování a broušení

Opravy turbín a příslušenství malých vodních elektráren na svých dílnách

Truhlářské práce a výrobu kancelářského nábytku

Likvidaci starých nepotřebných transformátorů s tříděním druhotných surovin včetně oleje  
Prodej repasovaných transformátorů za velmi výhodné ceny  
Prodej materiálů a transformátorového oleje

Firma nabízí také cenově výhodné repasované transformátory po celkové opravě, která zahrnuje:

Čištění vinutí a jádra, odstranění usazenin a nečistot

Sušení vinutí a jádra ve vysoušecích pecích

Kontrolu nebo výměnu průchodek

Kontrolu nebo výměnu přepínačů

Výměnu všech těsnících prvků

Filtraci a doplnění oleje

Povrchové úpravy jako jsou očištění a nový lak

Zkoušky ve stejných rozsazích jakou u nových strojů

Protokoly o nepřítomnosti PCB (polychlorovanými bifenoly)

Takto opravený transformátor by měl podle předpokladů vydržet v provozu po dobu minimálně 10 let, výrobce poskytuje záruku v délce 1 roku.

[19]

### **Společnost VM Elektro**

Společnost VM Elektro vznikla v roce 1991 ve Zlíně a její činnost se soustředí na 2 hlavní oblasti:

Výrobu zářivkových a výbojkových svítidel

Prodej trafostanic a transformátorů

Firma se nezaměřuje pouze na jednotlivé typy, druhy transformátorů nebo výrobce, ale nejčastěji se setkáváme s olejovými transformátory s jmenovitým napětím 22 kV, ale také i 6, 10, 35 kV, které se nejčastěji používají pro transformaci elektrické energie. Výhodou u nich je nízká pořizovací cena, menší rozměry a možnost opravy při vzniku poruchy. Nyní firma vyrábí také hermeticky uzavřené distribuční transformátory ve vlnových nádobách a výkonové transformátory v radiátorových nádobách.

Suché transformátory s litou izolací, jejich výhodou je že jsou šetrné k životnímu prostředí, bezpečný provoz – nehrozí nebezpečí výbuchu, těžká zápalnost a samozhášivost, minimální údržba, velmi vysoká odolnost vinutí vůči zkratu, vysoká krátkodobá přetížitelnost a neomezená možnost montáže v místě spotřeby elektrické energie.

Naopak nevýhodou je vyšší pořizovací cena a hlučnost.

Repasované transformátory jsou velmi výhodné z toho ekonomického hlediska.

Nabízí skladem tyto druhy olejových repasovaných transformátorů:

s výkonem 100, 160, 250, 400, 630 a 1000 kVA s napětím 22/0,4 kV

s výkonem 2,5 a 4 MVA a napětím 22/6,3 kV

Od roku 1992 se firma VM ELEKTRO s.r.o. zabývá také komplexními službami v oblasti výkonových transformátorů a navíc i realizací kompaktních kioskových transformátorových stanic.

Jedná se o několik typů nadzemních, podzemních, zapuštěných trafostanic ze železobetonového skeletu, jejichž největší přednosti jsou:

rychlá montáž

malá zastavěná plocha

bez nutnosti budování základů

minimální nároky na údržbu

bezpečný a velmi spolehlivý provoz

s novým moderním spínačem , plněným plynem SF 6

dlouhá životnost

[20]

## ***4. Závěrečné zhodnocení:***

Cílem mojí bakalářské práce je popsat princip funkce transformátoru, z čeho se samotný transformátor skládá, vysvětlit a nakreslit fázorové diagramy a náhradní schemata v chodu naprázdno a nakrátko a vysvětlit různé zákony a pravidla, které se u transformátoru používají a podrobněji si je přiblížit.

Hlavním úkolem je ovšem rozbor trhu transformátorů 22/0,4 kV, díky kterému jsem se zaměřil a shrnul společnosti zabývající se hlavně výrobou a prodejem transformátorů, ale také na společnosti, které transformátory repasují, opravují a provádí na nich revize.

Mezi největší světové giganty, kteří se zabývají tou nejmodernější a nejdokonalejší technikou v oblasti elektroenergetiky, patří v tomto ohledu bezpochyby hlavně společnost Siemens AG, ale také ABB.

Myslím si, že společnost Siemens AG s více než 160 letou historií ve světě, s celkovým ročním obratem kolem 80 miliard EUR a ročním ziskem 2,5 miliard EUR, která zaměstnává přes 400 000 zaměstnanců specializujících se na několik druhů výrobních odvětví, můžeme právem považovat za jednu z nejúspěšnějších a největších společností v oblasti elektrotechniky.

Mezi další obrovskou nadnárodní společnost zabývající se technologií pro energetiku a automatizaci patří firma ABB, která se svou více než 140 letou tradicí působí ve více než 100 zemích světa.

S počtem zaměstnanců, který činí přes 124 000 se sice nevyrovná společnosti Siemens AG, ale s ročním ziskem, který se pohybuje kolem 2,56 miliard USD jí směle konkuruje.

Další, i když o poznání menší společností je firma OMZ Hranice, která nabízí cenově výhodné repasované transformátory 22/0,4 kV s výkonem 250 kVA za 90 000 a 92 000 Kč, nebo transformátory 22/0,4 s výkonem 400 kV za 110 000 Kč.

Při psaní mé bakalářské práce jsem načerpal několik nových poznatků a informací, ať už obecně o transformátorech, nebo z ekonomického hlediska, které bych rád využil do budoucna v zaměstnání, jelikož chci pracovat v mém oboru.

**Použitá literatura:**

- [1] EUGENIUSZ JEZIERSKI: *Transformátory teoretické základy* - vydavatelství Academia Praha 1973
- [2] KLAUS TKOTZ A KOLEKTIV: *Příručka pro elektrotechnika* – vydavatelství Europa Sobotáles cz. Praha 2002
- [3] KAREL CHMELÍK, JIŘÍ POSPIŠILÍK: *Elektrické stroje v energetice – VŠB – Technická univerzita Ostrava 2003*
- [4] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [5] [www.abb.cz](http://www.abb.cz)
- [6] [www.siemens.cz](http://www.siemens.cz)
- [7] [www.elpro-energo.cz](http://www.elpro-energo.cz)
- [8] [www.omzhranice.cz](http://www.omzhranice.cz)
- [9] [www.power-energo.cz](http://www.power-energo.cz)
- [10] [www.transformatory.cz](http://www.transformatory.cz)
- [11] [www.trasfor.cz](http://www.trasfor.cz)
- [12] [www.bez.sk/transformatory](http://www.bez.sk/transformatory)
- [13] [www.etd-bez.cz](http://www.etd-bez.cz)
- [14] [www.bez.sk/elbat](http://www.bez.sk/elbat)
- [15] [www.esb-bez.cz](http://www.esb-bez.cz)
- [16] [www.elektrokov.cz](http://www.elektrokov.cz)
- [17] [www.eximettrafo.cz](http://www.eximettrafo.cz)
- [18] [www.eshf.cz](http://www.eshf.cz)
- [19] [www.trafocz.cz](http://www.trafocz.cz)
- [20] [www.vmelektro.cz](http://www.vmelektro.cz)